

С нашей точки зрения наиболее приемлемым подходом к ретрофиту холодильного компрессорного оборудования в республике является максимальное использование альтернативных смесей, выпускаемых предприятиями России и имеющих технические условия. В этом случае имеется возможность приобретения хладагентов за белорусские рубли.

ИПЭ НАНБ на основании расчетных исследований холодильного термодинамического цикла на смесевых хладагентах и моновеществах занимается вопросами ретрофита конкретного холодильного оборудования в реальных условиях эксплуатации и технико-экономическое обоснованием вариантов ретрофита.

УДК 534.2: 547.31

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЖИДКОСТЕЙ ПО ИЗМЕРЕНИЯМ СКОРОСТИ ЗВУКА

Д.В. Довнар, Ю.А. Лебединский, Т.С. Хасаншин, А.П. Щемелев

Могилевский технологический институт, Беларусь

Одним из наиболее точных и надежных способов получения информации о термодинамических свойствах жидкостей при высоких давлениях является их расчет на основе данных о скорости звука.

В данном сообщении представлен метод расчета свойств жидкостей, основанный на строгих термодинамических соотношениях

$$\left(\frac{\partial \rho}{\partial P}\right)_T = \frac{1}{W^2} + \frac{T\alpha_p^2}{c_p}, \quad (1)$$

$$\left(\frac{\partial c_p}{\partial P}\right)_T = -\frac{T}{\rho} \left[ \alpha_p^2 + \left(\frac{\partial \alpha_p}{\partial T}\right)_P \right], \quad (2)$$

где  $P$  – давление,  $\rho$  – плотность,  $T$  – температура,  $W$  – скорость звука,  $c_p$  – изобарная теплоемкость,  $\alpha_p = -(\partial \rho / \partial T)_P \rho^{-1}$  – коэффициент термического расширения. Уравнения (1), (2), образующие замкнутую систему, были записаны в безразмерных величинах и решалась численно с использованием сеточного алгоритма в прямоугольнике  $P_0 \leq P \leq P_{\max}$  и  $T_0 \leq T \leq T_{\max}$ , с заданными граничными условиями  $\rho(P_0, T)$ ;  $c_p(P_0, T)$  и полем скоростей  $W(P, T)$  во всем прямоугольнике. В результате получался массив значений  $\rho(P, T)$ ,  $\alpha_p(P, T)$  и  $c_p(P, T)$ , используя которые, по известным термодинамическим соотношениям рассчитывались значения коэффициентов изотермической сжимаемости  $\beta_T$ , изохорной теплоемкости  $c_v$ , энтальпии  $h$ , и энтропии  $s$ .

Таким образом, имея исходные данные о плотности и теплоемкости на одной изобаре, например при атмосферном давлении, и о скорости звука во всем исследуемом диапазоне температур и давлений, при помощи представленного

алгоритма, можно получить таблицы взаимосогласованных термодинамических свойств жидкости при повышенных давлениях.

Для проверки данной методики, был проведен расчет термодинамических свойств октанола в жидком состоянии, в интервале температур  $303.15 \div 458.15$  K и давлений  $0.1 \div 160$  МПа. Вычисленные значения плотности согласуются с литературными данными с отклонениями, не превышающими 0.3%, что находится в границах суммарной погрешности эксперимента и расчета.

УДК 532. 72: 536.423.1: 532.56

## ИСПАРЕНИЕ НЕИДЕАЛЬНЫХ РАСТВОРОВ ИЗ ПОРИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ

Мальшев В.Л., Уварова Л.А.

Могилевский технологический институт, Беларусь  
МГТУ «Станкин», Россия

При испарении жидких смесей в общем случае происходит постоянное изменение их состава, обусловленное неодинаковой летучестью компонентов. Для определения плотностей компонентов бинарной смеси в произвольный момент времени записываются законы сохранения массы  $i$ -го компонента и сложения объемов компонентов раствора:

$$\frac{dM_i}{dt} = m_i G_i S;$$

$$\frac{M}{\rho} = \beta \left( \frac{M_1}{\rho_1^0} + \frac{M_2}{\rho_2^0} \right),$$

где  $\rho^0$  – плотность чистого вещества;  $\rho$  – общая плотность;  $M_i = \rho_i (L - l)S$ ;  $L$  – длина капилляра;  $l$  – положение мениска относительно устья;  $S$  – сечение канала;  $G_i$  – плотность потока пара;  $\beta$  – коэффициент контракции, который отличен от единицы, например, при образовании неидеальных атермальных растворов, и равен единице в идеальных и неидеальных регулярных смесях.

Условие связи между плотностями компонентов:

$$\beta \left( \frac{\rho_1}{\rho_1^0} + \frac{\rho_2}{\rho_2^0} \right) = 1.$$

Зависимости давления пара растворителя и растворенного вещества от их молярной доли определяются законами Рауля и Генри.

С учетом вышеизложенного получена зависимость меняющейся в процессе испарения плотности любого из компонентов от положения межфазной границы, применимая к любому режиму массопереноса.